

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP411087674A

PAT-NO: JP411087674A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11087674 A

TITLE: SOLID-STATE IMAGE SENSOR AND ITS MANUFACTURE AND
IMAGE-SENSING
APPARATUS

PUBN-DATE: March 30, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

ABE, HIDEJI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

SONY CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09250170

APPL-DATE: September 16, 1997

INT-CL (IPC): H01L027/14

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To microminiaturize a pixel size by enhancing a condensing efficiency of a reflected light component, the oblique light component of an incident light on a surface of a board to a sensor part, thereby improving sensitivity.

SOLUTION: This solid-state image sensor 1 comprises line-like transfer electrodes 5 arranged at interval on a base 2, insulator sensor parts 6 formed between lines of the electrodes 5 of the base 2 for photoelectric conversion, a shielding film 10 having a first shielding film 8 and a second shielding film 9 formed on the base 2 covering the electrodes 5 and opening at a position directly above the parts 6 for shielding an incident light R except for the parts 6 and an on-chip lens 12 provided above the film 10 for condensing the light R to the parts 6. In this case, a lower extension part 81 is provided at

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-87674

(43)公開日 平成11年(1999) 3月30日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 1 L 27/14

識別記号

F I

H 0 1 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平9-250170
(22)出願日 平成9年(1997) 9月16日
(31)優先権主張番号 特願平9-186136
(32)優先日 平9(1997) 7月11日
(33)優先権主張国 日本 (J P)

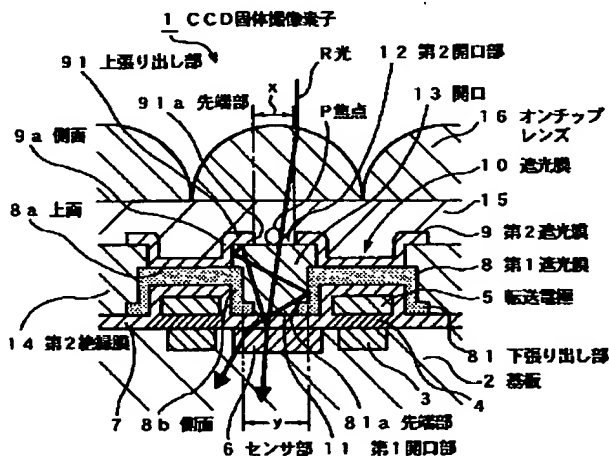
(71)出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川6丁目7番35号
(72)発明者 阿部 秀司
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内
(74)代理人 弁理士 船橋 國則

(54)【発明の名称】 固体撮像素子、固体撮像素子の製造方法および撮像装置

(57)【要約】

【課題】 入射光の基板表面における反射成分や斜め光成分のセンサ部への集光効率を高めて感度を向上させ、画素サイズに微細化を図る。

【解決手段】 基体2上にライン状の転送電極5が間隔をあけて配列され、基体2の転送電極5のライン間に光電変換をなす島状のセンサ部6が形成され、転送電極5を覆いかつセンサ部6の直上位置を開口してこのセンサ部6以外への光Rの入射を遮断する第1遮光膜8、第2遮光膜9からなる遮光膜10が基体2上に形成され、遮光膜10の上方にセンサ部6への光Rを集光するオンチップレンズ12が設けられてなるCCD固体撮像素子1において、第1遮光膜8の側面8bの下端部に下張り出し部81が設けられ、第2遮光膜9の側面9aの上端部に上張り出し部91が設けられ、オンチップレンズ12の焦点Pがセンサ部6の直上にて上張り出し部91の先端部91aと略等しい高さ位置に設けられている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体上に間隔をあけて配列されたライン状の転送電極と、

前記基体の前記転送電極のライン間に形成された光電変換をなす島状のセンサ部と、

前記転送電極を覆って前記基体上に形成されるとともに前記センサ部の直上位置を開口した状態で形成されて該センサ部以外への光の入射を遮断する遮光膜と、

前記遮光膜の上方に設けられて前記センサ部への入射光を集光するレンズとを備えた固体撮像素子において、

前記遮光膜は、その前記センサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の上端部および下端部のそれぞれに、該側面の位置から前記センサ部の略中心に向けて張り出した張り出し部が設けられ、

前記レンズは、その焦点が前記センサ部の直上にて前記遮光膜が開口した位置で、前記上端部に設けられた張り出し部の先端部と略等しい高さ位置に設けられるように形成されていることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 前記遮光膜は、前記転送電極を覆って前記基体上に形成された第1遮光膜と、該第1遮光膜上にこの第1遮光膜の上面に接した状態であるいは該第1遮光膜の上面に近接した状態で形成された第2遮光膜とからなり、

前記第1遮光膜は、その前記センサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の下端部に、該側面の位置から前記センサ部の略中心に向けて張り出した下張り出し部が設けられ、

前記第2遮光膜は、その前記センサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の上端部に、該側面の位置から前記センサ部の略中心に向けて張り出した上張り出し部が設けられていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】 前記第2遮光膜の上張り出し部は、その第2遮光膜が開口した位置を挟んで相対向する先端部間が、この上張り出し部の先端部間の下方で前記第1遮光膜が開口した位置を挟んで相対向する前記第1遮光膜の側面間よりも小さい寸法となるように形成されていることを特徴とする請求項2記載の固体撮像素子。

【請求項4】 前記遮光膜は、この側面の上端部に設けられた張り出し部における該遮光膜が開口した位置を挟んで相対向する先端部間が、前記側面の下端部に設けられた張り出し部における前記上端部に設けられた張り出し部の先端部間の下方で前記遮光膜が開口した位置を挟んで相対向する先端部間よりも小さい寸法になるように形成されていることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項5】 前記第2遮光膜の上張り出し部は、その第2遮光膜が開口した位置を挟んで相対向する先端部間が、その上張り出し部の先端部間の下方で前記第1遮光

下張り出し部の先端部間よりも小さい寸法となるように形成されていることを特徴とする請求項2記載の固体撮像素子。

【請求項6】 基体上に間隔をあけて配列されたライン状の転送電極と、前記基体の前記転送電極のライン間に形成された光電変換をなす島状のセンサ部とを備えた中間体を用いる固体撮像素子の製造方法であって、

前記中間体の基体上に、前記センサ部以外への光の入射を遮断する第1遮光膜を、前記転送電極を覆いかつ前記センサ部の直上位置を開口した状態で形成するとともに、この第1遮光膜の前記センサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の下端部に、該側面の位置から前記センサ部の略中心に向けて張り出した下張り出し部を設ける工程と、

前記基体上に前記第1遮光膜を覆う絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜に前記第1遮光膜の上面を外側に臨ませるあるいは第1遮光膜の上面に近接するコンタクトホールを形成する工程と、

前記絶縁膜上に前記光に対して遮光性を有する材料からなる材料膜を形成するとともに該材料膜で前記コンタクトホールの内面を覆う工程と、

前記材料膜を、その前記センサ部の直上位置を開口しかつこの開口によって形成される端縁が前記コンタクトホールの内面を構成する側面よりも前記センサ部の略中心側に位置するようにエッチングして第2遮光膜を得る工程と、

を有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項7】 基体の縦横に、縦横それぞれに画素が配列されてなる撮像領域を有する固体撮像素子を備えた撮像装置であって、

前記撮像領域は、基体上の縦方向の画素列間に配列されたライン状の転送電極と、

前記基体の前記転送電極のライン間に前記画素毎に形成された光電変換をなす島状のセンサ部と、

前記転送電極を覆って前記基体上に形成されるとともに前記センサ部の直上位置を開口した状態で形成されて該センサ部以外への光の入射を遮断する遮光膜と、

前記遮光膜の上方に前記画素毎に設けられて前記センサ部への入射光を集光するレンズとを備えてなり、

前記遮光膜は、その前記センサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の上端部および下端部のそれぞれに、該側面の位置から前記センサ部の略中心に向けて張り出した張り出し部が設けられ、

前記レンズは、その焦点が前記センサ部の直上にて前記遮光膜が開口した位置で、前記上端部に設けられた張り出し部の先端部と略等しい高さ位置に設けられるように形成され、

前記遮光膜の側面の上端部に設けられた張り出し部は、

の略中心に前記焦点が位置するように、前記撮像領域の略中心部からその周辺部に向けて前記開口部の位置がずれた状態で形成されてなることを特徴とする撮像装置。

【請求項8】 前記レンズの上方にはカメラレンズ系が設けられ、

前記遮光膜の側面の上端部に設けられた張り出し部は、該張り出し部によって囲まれた状態で形成された開口部の略中心に前記焦点が位置するように、前記撮像領域の略中央からその周辺部に向けて前記開口部の位置がずれた状態で形成されてなることを特徴とする請求項7記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は固体撮像素子とその製造方法と撮像装置とに関し、特にCCD型の固体撮像素子（以下、CCD固体撮像素子と記す）、CCD固体撮像素子の製造方法およびCCD固体撮像素子を備えた撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来のCCD固体撮像素子としては、例えば図9の要部断面図に示すような画素構造を有するものが知られている。すなわち、シリコン（Si）基板31には、ライン状の垂直転送部32が間隔をあけて設けられている。またSi基板31の上方でかつ垂直転送部32の直上位置にはライン状の転送電極33が形成されており、転送電極33のライン間におけるSi基板31には、光電変換をなす島状のセンサ部34が形成されている。

【0003】上記転送電極33の上方には、転送電極33を覆いかつセンサ部34の直上位置を開口した状態で遮光膜35が形成されている。そしてこの遮光膜35の開口部36を介してセンサ部34に光が入射され、また遮光膜35によってセンサ部34以外への光の入射が遮断されるようになっている。さらに遮光膜35の上方には、センサ部34への入射光を集光する、いわゆるオンチップレンズ（OCL）37が設けられている。

【0004】このようなCCD固体撮像素子30では、遮光膜35の開口部36側の端部から光が入射し、遮光膜35とSi基板31との間で反射して垂直転送部32に入射することに因る、いわゆるスミア成分の低減を図るために、上記遮光膜35の下端をさらにセンサ部34上まで張り出した張り出し部35aが設けられている。なお従来において、上記オンチップレンズ37は、その焦点が例えば遮光膜35の開口部36にてセンサ部34の受光面34aの近傍、すなわち張り出し部35aの高さ付近に設けられるように形成されている。

【0005】また従来の撮像装置としては、例えば図10の概略構成図に示すものが知られている。この撮像装置50は、Si基板31の縦横にそれぞれ画素が配列さ

たような断面構造を有するCCD固体撮像素子30と、その上方に設けられて撮像レンズ41および絞り42を有するカメラレンズ系40とを備えて構成されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記した従来のCCD固体撮像素子30では、図9に示すようにオンチップレンズ37の端を光が通過すると、この光Aがセンサ部34に入射する前に遮光膜35の上端部（肩の部分）で反射されて（蹴られて）オンチップレンズ37の外側に出てセンサ部34に入射しないという不具合が生じる。また、光Aよりオンチップレンズ37の中心側に入射した光Bも、遮光膜35の側面で反射され、さらにセンサ部34上に張り出した遮光膜35の張り出し部分35aで反射されてセンサ部34に入射しない。これは後述するように、張り出し部分35aの高さ付近にオンチップレンズ37の焦点が設けられていることによると考えられる。上記の遮光膜35での反射は入射光に含まれる光A、Bのような斜め光成分によって増大し、特に斜め光成分を多く含む光、例えば図10に示す撮像装置50のカメラレンズ系40のフォーカス値（F値）開放時の光やカメラレンズ系40の絞り42からセンサ部34の受光面34aまでのいわゆる瞳距離sが短い光に対して著しく増大する。

【0007】そこで、これらの対策としてオンチップレンズ37をセンサ部34の受光面34aから遠く離すあるいは近づける、またオンチップレンズ37の曲率を変える等の試みもなされているが、上記CCD固体撮像素子30の構造では、センサ部34への入射光のうち遮光膜35に遮られる光が生じてしまう。さらに上記構造では、途中で遮光膜35に遮られない光Cはセンサ部34の受光面34aに入射するが、受光面34aであるSi基板31の表面で一部反射される。

【0008】このように従来のCCD固体撮像素子30では、オンチップレンズ37でセンサ部34に向けて光を収束しても、この光が遮光膜35やSi基板31の表面で反射されてオンチップレンズ37の外側に出てしまってセンサ部34に入射しない、つまり感度に寄与しない成分となる場合が多く、このことがCCD固体撮像素子30における感度の低下を招いている。なお、Si基板31の表面での反射比率は30%以上あると言われている。

【0009】また図10に示した従来の撮像装置50では、カメラレンズ系40が瞳距離sの短いものの場合、カメラレンズ系40からオンチップレンズ37を介してセンサ部34に入射する光が、前述したように特に斜め光成分を多く含むものとなる。また図10では、センサ部34への入射光の中で絞り42の略中心を通過して焦点に集光する光（以下、これを主光線と記す）E₁が、撮像領域39の中心部から周辺部に向かうにつれてセン

5

て入射する様子を示しており、この図から瞳距離 s が短い場合、撮像領域39の周辺部に向かうにつれて入射光に含まれる斜め光成分が増大するのは明らかである。その結果、撮像領域39の中心部から周辺部に向かうにつれて各画素のオンチップレンズ37の焦点が遮光膜35の開口部36の略中心から少しずつずれてしまい、特に撮像領域39の周辺部のセンサ部34への集光効率が低下して感度の低下およびシェーディングの問題が生じる。

【0010】上記問題を解決するために従来では、図10における(ロ)の要部拡大断面図である図11に示すように、オンチップレンズ37の位置を撮像領域39の中心部から周辺部に向けて少しずつずらして、瞳距離 S に応じて光の入射位置を補正する試み(瞳距離補正)がなされている。しかしながら、この場合にも、張り出し部分35aの高さ付近にオンチップレンズ37の焦点が設けられていることに起因する後述の理由によって、オンチップレンズ37の端付近を通過する光Eがセンサ部34に入射する前に遮光膜35の上端部で反射されてセンサ部34に入射しないことがあり、集光効率を十分に向上するまでには至っていない。

【0011】一方、CCD固体撮像素子30の小型化に伴って画素サイズの微細化を進めても、遮光膜35においてはその縦方向の厚みに物理的にある程度の厚さが必要であるため、遮光膜35を薄くすることが難しい。またスミア成分を増大させないためには、センサ部34上にある幅の遮光膜35の覆い、すなわち張り出し部35aが必要である。したがって、画素サイズが微細化されると、遮光膜35の上端部からセンサ部34の受光面34aまで(およそ焦点まで)が相対的に深くなることとなり、その結果、オンチップレンズ37で光を集光しても上記光A、B、Eのように遮光膜35で反射される成分が増大してセンサ部34への集光効率が低下し、感度が低下する。特にF値開放時の光や瞳距離が短い光に対しては、大幅に感度が低下してしまう。このため、画素サイズの微細化は困難となっている。

【0012】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者は上記課題を解決べく検討を重ねた結果、以下の知見を得た。図6(a)に示すようにオンチップレンズ37をセンサ部34の受光面34aから遠く離し、かつ遮光膜35の開口部36の位置でかつ張り出し部35aの高さ位置付近に焦点が設けられるようにすると、つまり焦点距離を長くすると、受光面34a側での焦点位置のズレ幅が大きくなるため、センサ部34への入射光のうちのオンチップレンズ37の端を通過した斜め光 D_1 、 D_2 は遮光膜35の張り出し部35aに当たって反射されてしまう。よって、左右の斜め光 D_1 、 D_2 は固体撮像素子の感度に寄与しない。

6

レンズ37をセンサ部34の受光面34aに近づけかつオンチップレンズ37の曲率を大きくして、遮光膜35の開口部36上でかつ遮光膜35の上端部(肩の部分)と略等しい高さ位置に焦点が設けられるようにすると、つまり焦点距離を短くすると、受光面34a側での焦点位置のズレ幅が小さくなって遮光膜35の上端部での反射が抑制され、遮光膜35の開口部36側の側面で形成される開口38に同図(a)と同じ左右の斜め光 D_1 、 D_2 の双方を入射させることができる。上記開口38内に入射すれば、遮光膜35の側面での反射によって斜め光 D_1 、 D_2 はセンサ部34に向かって進むため、固体撮像素子の感度に寄与することになる。これは、カメラレンズ径の瞳距離の短い光や、F値開放時の光等の斜め光成分の多い光に対しても感度の低下を低減できることを示すものである。

【0014】そして、本発明者は、このような知見に基づき本発明を完成させたのである。すなわち、本発明の固体撮像素子は、転送電極を覆うとともにセンサ部の直上位置を開口して基体上に形成された遮光膜の、そのセンサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の上端部および下端部のそれぞれに、上記側面の位置からセンサ部の略中心に向けて張り出した張り出し部分が設けられ、遮光膜の上方に設けられてセンサ部への入射光を集光するレンズが、その焦点がセンサ部の直上に遮光膜が開口した位置で、上記側面の上端部に設けられた張り出し部の先端部と略等しい高さ位置に設けられるように形成されている構成となっている。

【0015】本発明の固体撮像素子では、センサ部の直上に遮光膜が開口した位置で、遮光膜の側面の上端部に設けられた張り出し部の先端部と略等しい高さ位置に焦点が設けられるようにレンズが形成されているため、例えばレンズの高さ位置が従来と同じであるとすると、実効的なセンサ部の受光面の位置が高くなった状態となり、焦点距離が短くなる。前述したように焦点距離が短くなると、センサ部の受光面側での焦点位置のズレ幅が小さくなることから、センサ部への入射光に含まれている斜め光成分のほぼ全てが遮光膜の側面で囲まれる開口内に入射することになる。

【0016】また、遮光膜の側面の上端部に張り出し部が設けられていることから、遮光膜の側面で囲まれる開口は上周縁部がさらに張り出し部で囲まれた状態になっている。よってこの開口内に入射した斜め光が、遮光膜の側面や下端部側の張り出し部で反射して上記開口の外側に向かっても、開口の外側に出ずに上端部側の張り出し部で反射され易くなる。この結果、開口内に入射した光が、遮光膜での反射しても、その反射を何度も繰り返して最終的にセンサ部の受光面に入射する率が高くなり、斜め光成分のセンサ部への集光効率を大幅に高めることが可能になる。また、センサ部の受光面への入射光

7

や上端部側の張り出し部で多重反射して少なくとも一部はセンサ部の受光面に再入射することになる。よって、受光面で反射する光成分のセンサ部への集光効率を大幅に高めることも可能になる。また遮光膜の側面の下端部に設けられた張り出し部によって、スミアの発生が抑えられる。

【0017】また本発明の固体撮像素子の製造方法は、基体上に転送電極と光電変換をなす島状のセンサ部とを備えた中間体を用い、まずその中間体の基体上に、センサ部以外への光の入射を遮断する第1遮光膜を、転送電極を覆いかつセンサ部の直上位置を開口した状態で形成するとともに、この第1遮光膜のセンサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の下端部に、その側面の位置からセンサ部の略中心に向けて張り出した下張り出し部を設ける。次いで、基体上に第1遮光膜を覆う絶縁膜を形成し、続いて絶縁膜に第1遮光膜の上面を外側に臨ませるあるいは第1遮光膜の上面に近接するコンタクトホールを形成する。次に、上記絶縁膜上に上記光に対して遮光性を有する材料からなる材料膜を形成するとともにこの材料膜でコンタクトホールの内面を覆い、その後、この材料膜を、そのセンサ部の直上位置を開口しかつこの開口によって形成される端縁がコンタクトホールの内面を構成する側面よりもセンサ部の略中心側に位置するようにエッチングして第2遮光膜を得る構成となっている。

【0018】本発明の固体撮像素子の製造方法では、絶縁膜にコンタクトホールを形成した後、この内面を覆うようにして遮光性を有する材料膜を形成し、該材料膜をエッチングして第2遮光膜を得るため、コンタクトホールの内面のうちの側面を覆う材料膜によって、第2遮光膜のセンサ部の直上位置が開口した側の面である側面が形成される。また上記エッチングは、材料膜の開口によって形成される端縁がコンタクトホールの側面よりもセンサ部の略中心側に位置するように行うため、第2遮光膜の側面の上端部からこの側面よりもセンサ部の略中心に向けて張り出し、かつ上記開口によって形成される端縁が先端部となる上張り出し部が形成される。また、エッチングによってセンサ部の直上位置を開口するため、このことにより形成される第2遮光膜の開口部の大きさやその形成位置を自由かつ容易に調整することが可能となる。

【0019】さらに上記コンタクトホールを、第1遮光膜の上面を外側に臨ませるあるいは第1遮光膜の上面に近接するように形成するため、第1遮光膜上にこの上面に接触するようにあるいは近接して第2遮光膜が形成される。よって、第1遮光膜および第2遮光膜は隣接する画素間の光分離領域となり、第1遮光膜と第2遮光膜との間からの光漏れが防止される。

【0020】本発明の撮像装置は、基体の縦横に、縦横

8

撮像素子を備えたものであって、撮像領域は、基体上の縦方向の画素列間に配列されたライン状の転送電極と、基体の転送電極のライン間に画素毎に形成された光電変換をなす島状のセンサ部と、転送電極を覆って基体上に形成されるとともにセンサ部の直上位置を開口した状態で形成されてセンサ部以外への光の入射を遮断する遮光膜と、遮光膜の上方に画素毎に設けられてセンサ部への入射光を集光するレンズとを備えてなり、遮光膜は、そのセンサ部の直上位置にて開口した側の面である側面の上端部および下端部のそれぞれに、その側面の位置からセンサ部の略中心に向けて張り出した張り出し部が設けられ、上記レンズは、その焦点がセンサ部の直上にて遮光膜が開口した位置で、上端部に設けられた張り出し部の先端部と略等しい高さ位置に設けられるように形成され、遮光膜の側面の上端部に設けられた張り出し部は、張り出し部によって囲まれた状態で形成された開口部の略中心に焦点が位置するように、撮像領域の略中央部からその周辺部に向けて開口部の位置がずれた状態で形成されてなる構成となっている。

【0021】本発明の撮像装置では、上記発明の固体撮像素子と同様に、センサ部の直上にて遮光膜が開口した位置で、遮光膜の側面の上端部に設けられた張り出し部の先端部と略等しい高さ位置に焦点が設けられるようにレンズが形成され、遮光膜の側面の上端部および下端部にそれぞれ張り出し部が設けられているため、上記発明の固体撮像素子と同様の作用が得られる。また遮光膜の側面の上端部の張り出し部が、これによって形成された開口部の略中心にレンズの焦点が位置するように撮像領域の略中央からその周辺に向けて開口部の位置がずれた状態で形成されているため、撮像領域の中心部だけでなく周辺部においても入射光の斜め光成分が遮光膜の側面で囲まれる開口内に一層効率良く集光する。よって、センサ部への入射光が瞳距離の短い光で、撮像領域の中心部から周辺部に向かうにつれて斜め光成分が大幅に増大する光であっても、レンズの位置を撮像領域の中心部から周辺部に向けて徐々にずらすことなく、撮像領域の周辺部におけるセンサ部への集光効率を大幅に向上させることが可能となる。

【0022】

【発明の実施の形態】次に、本発明に係る固体撮像素子、固体撮像素子の製造方法および撮像装置の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1は本発明の固体撮像素子の一実施形態に係るCCD固体撮像素子の要部断面図であり、特に本発明の特徴である画素領域の断面を示したものである。

【0023】図1に示すようにこのCCD固体撮像素子1では、本発明の基体となる例えばSiからなる基板2にライン状の垂直転送部3が間隔をあけて設けられている。また基板2の上方でかつ垂直転送部3の直上位置に

成されており、転送電極5のライン間における基板2には島状のセンサ部6が、転送電極5のライン方向に所定の間隔で形成されている。センサ部6は、入射する光Rを信号電荷に変換して蓄積する領域であり、転送電極5はセンサ部6にて蓄積された信号電荷をそのライン方向に転送する領域である。

【0024】基板2上には転送電極5を覆うように第1絶縁膜7が形成されており、第1絶縁膜7上にはこの第1絶縁膜7を介して転送電極5を覆いかつセンサ部6の直上位置を開口した状態で遮光膜10が形成されている。この遮光膜10は、第1絶縁膜7上に形成された第1遮光膜8と、第1遮光膜8上に第1遮光膜8の上面8aに接した状態で形成された第2遮光膜9とから構成されており、第1遮光膜8、第2遮光膜9はそれぞれセンサ部6の直上位置を開口している（以下、第1遮光膜8の開口した部分を第1開口部11、第2遮光膜9の開口した部分を第2開口部12と記す）。

【0025】第1遮光膜8には、その第1開口部11側の面である側面8bの下端部に、側面8bの位置からセンサ部6の略中心に向けて張り出した下張り出し部81が設けられている。また第2遮光膜9には、その第2開口部12側の面である側面9aの上端部に、側面9aの位置からセンサ部6の略中心に向けて張り出した上張り出し部91が設けられている。よって、下張り出し部81、第1遮光膜8の側面8b、第2遮光膜9の側面9a、上張り出し部91で囲まれるとともに、第2遮光膜9の第2開口部12が入口、第1遮光膜8の第1開口部11が出口となる開口13が形成された状態となっている。

【0026】この実施形態では、第1遮光膜8の下張り出し部81と第2遮光膜9の上張り出し部91とが、基板2の表面に対して略平行に張り出した状態で形成されている。また、第2遮光膜9において第2開口部12を挟んで相対向する上張り出し部91の先端部91a間の寸法xは、その先端部91a間の下方で第1遮光膜8が開口した位置を挟んで相対向する第1遮光膜8の側面8b間の寸法yよりも小さい寸法に形成されている。

【0027】そして、第2遮光膜9の第2開口部12、開口13および第1遮光膜8の開口部11を介してセンサ部6に光Rが入射される一方、第1遮光膜8および第2遮光膜9によってセンサ部6以外への光Rの入射が遮断されているようになっている。また第2遮光膜9は、第1遮光膜8の上面8aに接した状態で形成されていることから、これら第1遮光膜8、第2遮光膜9は隣接する画素間の光分離領域となって、第1遮光膜8と第2遮光膜9との間から隣接する画素への光漏れが防止されている。

【0028】第1遮光膜8および第2遮光膜9の形成材料は、光Rに対して遮光性を有するものであればいかな

ン(W)、タングステンシリサイド(WSi)、チタン(Ti)やアルミニウム(Al)、コバルト(Co)、銅(Cu)、モリブデン(Mo)等が上げられる。また第1遮光膜8と第2遮光膜9とは同じ材料で形成されていても異なる材料で形成されていてもよい。

【0029】さらに第1絶縁膜7上でかつ上記のように第1遮光膜8と第2遮光膜9とから形成された上記開口13内には、絶縁性を有しかつ入射する光Rを透過可能な本発明における絶縁膜となる第2絶縁膜14が形成されている。ここでは、第2絶縁膜14は表面が平坦に形成された平坦化膜からなり、第2絶縁膜14の表面に第2遮光膜9の上張り出し部91が設けられている。このような第2絶縁膜14の材料としては、例えばスピノングラス(SOG)膜、オゾン(O₃)-TEOS(tetraethoxy silane)系のプラズマCVD(CVD; 化学的气相成長)膜、窒化シリコン(TiN)膜、酸化シリコン(SiO₂)膜等が挙げられる。

【0030】第2絶縁膜14上には、第2遮光膜9を覆うようにして層間絶縁膜15が形成されている。層間絶縁膜15は、図示はしないが例えば入射する光Rを透過可能な平坦化透明層と、カラーフィルタ層とが遮光膜10上に順次積層されて構成されている。そして層間絶縁膜15を介して遮光膜10の上方には、センサ部6への光Rを集光するレンズであるオンチップレンズ16が画素毎、つまりセンサ部6毎に設けられている。オンチップレンズ16は、その焦点Pがセンサ部6の直上にて、上張り出し部91における先端部91aと略等しい高さ位置、つまり第2開口部12の位置に設けられるように形成されている。

【0031】次に、上記のように構成されたCCD固体撮像素子1の製造方法に基づき、本発明に係る固体撮像素子の製造方法の実施形態を説明する。図2(a)~(c)は、CCD固体撮像素子1の製造方法を工程順に示す要部断面図である。CCD固体撮像素子1を製造するにあたっては、まず図2(a)に示すように、従来の技術によって基板2に垂直転送部3、センサ部6を形成するとともに基板2上にゲート絶縁膜4、転送電極5、この転送電極5を覆う第1絶縁膜7を形成した中間体17を得る。

【0032】次いで従来の遮光膜の形成と同様にして、この中間体17の基板2上に、第1絶縁膜7を介して第1遮光膜8を形成する。例えばスパッタリング法、CVD法等によって、第1遮光膜8用の例えばAl膜からなる材料膜(図示略)、基板2の全面に形成し、次いでリソグラフィおよびエッチングによって、材料膜のセンサ部6の直上位置を開口して第1遮光膜8およびその第1開口部11を形成する。またこの際、第1遮光膜8の側面8bの下端部に、側面8bからセンサ部6の略中心に向けて張り出した下張り出し部81が形成されるように

【0033】次に、基板2の全面に遮光膜8を覆いかつ表面が平坦な第2絶縁膜14を形成する。この第2絶縁膜14の形成は、例えば平滑化性の優れたSOGや O_3 -TEOS系のプラズマCVDを用いて行う。あるいは、プラズマCVD法によってSiN膜、 SiO_2 膜を形成した後、エッチバックによってこれらの表面を平坦化することにより形成する。また平坦化の手段としてメカニカルケミカルポリッシング（機械的化学研磨）法を用いてもよい。そして、リソグラフィおよびエッチングによって、第2絶縁膜14に第1遮光膜8の上面8aを10 外側に臨ませるコンタクトホール18を形成する。このとき第1遮光膜8がエッチングストッパー層になる。

【0034】次に図2(b)に示すように、例えばスパッタリング法、CVD法等によって、第2絶縁膜14上に第2遮光膜9用の例えばA1膜からなる材料膜（図示略）を基板2の全面に形成するとともに、この材料膜でコンタクトホール18の内面を覆う。次いで、材料膜をエッチングして第2遮光膜9を得る。その際、センサ部6の直上位置を開口し、かつこの開口によって形成される端縁がコンタクトホール18の側面18a、さらには20 第1遮光膜8の側面8bよりもセンサ部6の略中心側に位置するようにエッチングを行う。

【0035】この結果、コンタクトホール18の側面18aを覆って形成された側面9aと、第2絶縁膜14の表面に側面9aよりもセンサ部6の略中心に向けて張り出した上張り出し部91とを備えた第2遮光膜9、および第2遮光膜9の第2開口部12が形成される。なお、第2遮光膜9の上記エッチングによる開口によって形成される端縁は、上張り出し部91の先端部91aとなる。また第2遮光膜9の上張り出し部91の相対向する先端部91a間の寸法xは、相対向する第1遮光膜8の側面8b間の寸法yよりも小さい寸法に形成される。また、第1遮光膜8上に、この上面8aに接触して第2遮光膜9が形成され、第1遮光膜8および第2遮光膜9からなる遮光膜10が完成する。

【0036】その後は、従来技術によって図2(c)に示すように、第2遮光膜9を覆うようにして第2絶縁膜14上に平坦化透明層、カラーフィルタ層をこの順に積層して層間絶縁膜15を形成し、層間絶縁膜15上にオンチップレンズ16を設ける。この際、オンチップレンズ16の焦点が、センサ部6の直上にて、上張り出し部91における先端部91aと略等しい高さ位置に設けられるようにオンチップレンズ16の曲率や焦点距離等を調整して形成する。例えばオンチップレンズ16の高さ位置を従来と同じとし、オンチップレンズ16の曲率を大きくして形成する。あるいは、オンチップレンズ16をセンサ部6の受光面6a側に近づけかつオンチップレンズ16の曲率を大きくして形成する。以上の工程によって、CCD固体撮像素子1が製造される。

子1では、第2開口部12の位置に焦点Pが設けられているため、例えばオンチップレンズ16の高さ位置が従来と同じであるとする焦点距離が短くなる。そのため、センサ部6の受光面6a側での焦点P位置のズレ幅を小さくでき、センサ部6へ入射する光Rに含まれている斜め光成分が遮光膜10で反射されるのを抑制することができる。よって、図1に示すように光Rの斜め光成分のほぼ全てを、下張り出し部81、第1遮光膜8の側面8b、第2遮光膜9の側面9a、上張り出し部91で囲まれて形成される開口13内に入射させることができる。

【0038】また、第2遮光膜9の側面9aの上端部に上張り出し部91によって、開口13は上周縁部が上張り出し部91で囲まれており、特に、第2遮光膜9の上張り出し部91の相対向する先端部91a間の寸法xが、相対向する第1遮光膜8の側面8b間の寸法yよりも小さい寸法に形成されているので、開口13の入口が狭くなっている。よってその開口13内に入射した斜め光が、第1遮光膜8の側面8b、第2遮光膜9の側面9aや下張り出し部81で反射して開口13の外側に向かっても、開口13の外側に出ずに上張り出し部91で反射され易い。

【0039】したがって、開口13内に入射した光Rが、第1遮光膜8、第2遮光膜9での反射を何度も繰り返して最終的にセンサ部6の受光面6aに入射する率が高くなるため、斜め光成分のセンサ部6への集光効率を大幅に高めることができる。その結果、光Rが、F値開放時の光であっても、またカメラレンズ系の瞳距離が短い光であっても、これらの光に多く含まれる斜め光成分を感度に取り入れることができるため、感度を向上させることができるとともにシェーディングを抑制することができる。

【0040】また、センサ部6の受光面6aに入射する光Rのうち、受光面6aで反射する光成分も、第1遮光膜8の側面8b、第2遮光膜9の側面9aや上張り出し部91、下張り出し部81で多重反射して少なくとも一部は受光面6aに再入射させることができる。これは、センサ部6の受光面6aが大きい画素の場合に非常に有効となる。このように、斜め光成分および受光面6aで反射する光成分のいずれにおいてもセンサ部6への集光効率を高めることができるため、大幅な感度の向上を図ることができる。さらに下張り出し部81によって、スミアの発生も抑えることができるので、良好な光学特性を維持しつつ画素サイズの微細化を実現することができる。

【0041】また上記実施形態のCCD固体撮像素子1の製造方法では、コンタクトホール18の内面を覆うようにして遮光性を有する材料膜を形成し、該材料膜をエッチングしてセンサ部6の直上位置を開口するため、こ

の大きさを自由かつ容易に調整することができる。また第2開口部12の形成位置も自由に調整することができる。このことから、従来では、カメラレンズ系の瞳距離が短い光源の場合、遮光膜ではセンサ部への光の入射位置を補正できないため、瞳距離に応じてオンチップレンズのピッチをずらして入射位置を補正していたが、本実施形態によれば第2開口部12を瞳距離に応じて基板2の2次元平面で少しずつずらして形成するだけで、センサ部6への光の入射位置を簡単に補正することができる。その結果、瞳距離が短い光源に対してシェーディングの少ないCCD固体撮像素子1を製造できる。

【0042】さらにセンサ部6への光Rの入射位置を第2遮光膜9の第2開口部12の形成位置によって補正する場合には、オンチップレンズ16を形成するためのリソグラフィにおける位置合わせ（アライメント）よりも基板2に近いところで、第2開口部12を形成するためのリソグラフィにおける位置合わせを行うことができる。したがって、アライメント精度を向上でき、第2開口部12を所定の位置により正確に形成できるため、センサ部6への光Rの入射位置の補正を精度良く行うことが可能となる。

【0043】なお、上記の実施形態では、本発明における遮光膜が第1遮光膜と第2遮光膜の2層からなる場合について述べたが、例えば1層の遮光膜からなり、そのセンサ部直上位置にて開口した側の面である側面の上部、下部にそれぞれ張り出し部を設けた構成としてもよい。また第1遮光膜上に、この上面に接触した状態で第2遮光膜が形成されている例を説明したが、第1遮光膜の上面に近接して第2遮光膜を形成してもよい。この場合には、第1遮光膜と第2遮光膜との間から隣接する画素への光漏れがない程度に第1遮光膜の上面に近接して第2遮光膜を形成することが必要である。このような第2遮光膜を形成する場合には、例えば第2絶縁膜に形成するコンタクトホールを、第1遮光膜の上面に近接する深さに形成すればよい。

【0044】また上記の実施形態では、第2遮光膜の上張り出し部が基板の表面に対して略平行に張り出した状態で形成されている場合について述べたが、第2遮光膜のセンサ部直上位置にて開口した側の側面よりもセンサ部の略中心に向けて張り出して形成されればよくこの例に限定されない。例えば図3の第1変形例に示すように、第2遮光膜9の側面9aの上端部から斜め上方に張り出した状態に上張り出し部92が形成されていてもよく、また図4の第2変形例に示すように、第2遮光膜9の側面9aの上端部から斜め下方に張り出した状態に上張り出し部93が形成されていてもよい。

【0045】これら第1変形例、第2変形例においても、第2遮光膜9の上張り出し部92、93の相対向する先端部92a、93a間の寸法が、相対向する第1遮

ていると、センサ部6への集光効率をより高められる点で好適である。また、オンチップレンズ16の焦点は、上張り出し部92、93の先端部92a、93aと略等しい高さ位置、つまり第2遮光膜9の開口部12の位置に設けられるようにする。

【0046】第1変形例のような第2遮光膜9を製造する場合には、例えば第2絶縁膜14にコンタクトホール18を、その側面18aにテーパを付けた状態で形成すればよく、コンタクトホール18の形状以外は上記実施形態で説明した製造方法と同様の手順にて形成することができる。また第2変形例のような第2遮光膜9を形成する場合には、例えば第2絶縁膜14をその表面が凹凸になるように形成することで上記実施形態で説明した製造方法と同様の手順にて形成することができる。

【0047】第1変形例、第2変形例に係るCCD固体撮像素子1にあっても、下張り出し部81、第1遮光膜8の側面8b、第2遮光膜9の側面9a、上張り出し部92、93で囲まれて開口13が形成され、その入口が第2遮光膜9の上張り出し部92、93によって狭くなっている。よって、光Rの斜め光成分がその開口13内に入射し、開口13内で反射されて開口13の外側に向かっても、開口13の外側に出ずに上張り出し部91で反射され易いため、斜め光成分のセンサ部6への集光効率を大幅に高めることができる。またセンサ部6の受光面6aに入射する光Rのうち受光面6aで反射する光成分も、開口13内における多重反射によって少なくとも一部は受光面6aに再入射させることができ、センサ部6への集光効率を向上できる。したがって、第1、第2変形例においても、上記の実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0048】また、上記の実施形態では、第2遮光膜の上張り出し部における相対向する先端部間の寸法が、相対向する第1遮光膜の側面間の寸法よりも小さい寸法に形成されている例を述べたが、さらに図5に示す第3変形例のように第2遮光膜9の上張り出し部91における相対向する先端部91a間の寸法xが、その先端部91a間の下方で第1遮光膜8の相対向する下張り出し部81の先端部81a間の寸法zよりも小さい寸法に形成されていてもよい。この第3変形例においても、オンチップレンズ16の焦点は、上張り出し部91の先端部91aと略等しい高さ位置、つまり第2遮光膜9の開口部12の位置に設けられるようにする。

【0049】第3変形例においては、上張り出し部91で囲まれる第2開口部6がさらに小さく形成されていることから、下張り出し部81、第1遮光膜8の側面8a、第2遮光膜9の側面9a、上張り出し部91で囲まれた開口13内に入射した光Rの斜め光成分が、開口13内で反射されて外側に向かっても、さらに上張り出し部91で反射され易くなる。また特に、センサ部6の受

成分は、開口13に臨む上張り出し部91の面で反射されて受光面6aに再入射する率が高くなる。したがって、センサ部6への集光効率を一層向上させることができるので、より感度が向上したCCD固体撮像素子1を実現できる。この第3変形例は、センサ部6の受光面が大きい画素に対して特に有効なものとなる。

【0050】ここで第3変形例では、本発明における遮光膜が第1遮光膜と第2遮光膜の2層からなる場合について述べたが、例えば1層の遮光膜からなり、そのセンサ部直上位置にて開口した側の面である側面の上端部、
10 下端部にそれぞれ張り出し部を設けた構成とした場合にも、上端部に設けられた張り出し部の先端部間の寸法を下端部に設けられた張り出し部の先端部間の寸法よりも小さくすることにより、第3変形例と同様に一層の感度の向上を図ることができるのはもちろんである。

【0051】次に、本発明に係る撮像装置の一実施形態を図7および図8を用いて説明する。なお、図7、図8において図1に示す実施形態と同一の形成要素には同一の符号を付して説明を省略する。図7は実施形態に係る撮像装置の一例を示す概略構成図であり、構成要素であるCCD固体撮像素子の基板、遮光膜、オンチップレンズ以外を省略してある。また図8は図7の(イ)部分における要部拡大断面図である。

【0052】この撮像装置20は、本発明の基体となるSiの基板2の縦横に、縦横それぞれに画素が配列されて構成された撮像領域21aを有するCCD固体撮像素子21と、CCD固体撮像素子21のオンチップレンズ16の上方に設けられたカメラレンズ系40とを備えて構成されている。カメラレンズ系40は従来と同様に、
30 例えば撮像レンズ41と絞り42とを備えたもので、ここでは瞳距離sが短いものとなっている。撮像レンズ41としては、図7では2枚のレンズからなる場合が例示されているが、2枚以上のレンズで構成されたズームレンズ等で構成されていてもよい。

【0053】一方、図8に示すようにCCD固体撮像素子21の撮像領域21aの各画素は、図1を用いて説明したCCD固体撮像素子1と同様の断面構造を有している。ただし、ライン状の垂直転送部3は、基板2縦方向の画素列間に設けられている。また基板2の上方に設けられた転送電極5のライン間における基板2には、画素
40 毎に島状のセンサ部6が形成されている。

【0054】そして基板2上には図1に示したCCD固体撮像素子1と同様に、下張り出し部81および第1開口部11を有する第1遮光膜8と、上張り出し部91および第2開口部12を有する第2光膜9とからなる遮光膜10、開口13、第2絶縁膜14、層間絶縁膜15およびオンチップレンズ16等が形成されている。したがって、オンチップレンズ16は、その焦点Pがセンサ部6の直上にて、上張り出し部91における先端部91a

けられるように形成されている。

【0055】また上張り出し部91は、これによって囲まれた状態で形成された第2開口部12の略中心に焦点Pが位置するように、撮像領域21aの中心部から周辺部に向けて第2開口部12の位置がずれた状態で形成されている。ここで、センサ部6への光R中の主光線R₁は、前述したようにカメラレンズ系40の絞り42の略中心を通過して焦点Pに集光する光である。

【0056】したがって、この撮像装置20では、撮像領域21aの中心部、周辺部のいずれにおいても各画素のセンサ部6に入射する主光線R₁がそれぞれの画素の第2開口部12の略中心を通過することになり、各画素のセンサ部6へ入射する光Rの全成分の入射位置が補正されることになる。よって、カメラレンズ系40の瞳距離sが短いために、主光線R₁が撮像領域21aの中心部から周辺部に向かうにつれてセンサ部6の受光面6aに対し次第に大きく角度をついて入射し、特に周辺部への光Rに含まれる斜め光成分が増大しても、上記の補正により周辺部においても一層効率良く集光できる。

20 【0057】上記した撮像装置20におけるCCD固体撮像素子21は、上記実施形態のCCD固体撮像素子1の製造方法と同様のプロセスにて形成できるものであり、リソグラフィおよびエッチングによって遮光性を有する材料膜を加工することにより第2開口部12を形成できる。

【0058】本実施形態の撮像装置20では、上記実施形態のCCD固体撮像素子1と同様の断面構造を有するCCD固体撮像素子21を備えているため、センサ部6へ入射する光Rに含まれている斜め光成分が遮光膜10で反射されるのを抑制して、光Rの斜め光成分のほぼ全てを、下張り出し部81、第1遮光膜8の側面8b、第2遮光膜9の側面9a、上張り出し部91で囲まれて形成される開口13内に入射させることができるといった上記CCD固体撮像素子1と同様の効果が得られる。これとともに、開口13内に入射した光Rが第1遮光膜8、第2遮光膜9、受光面6aで反射して開口13の外側に向かっても第2遮光膜9の張り出し部91で反射して最終的に受光面6aに入射する確率を高くできるので、斜め光成分のセンサ部6への集光効率を大幅に高めることができ、さらに下張り出し部81によって、スミアの発生も抑えることができるので、良好な光学特性を維持しつつ画素サイズの微細化を実現することができる効果も得ることができる。

【0059】また上記のごとく上張り出し部91は、第2開口部12の略中心に焦点Pが位置するように、撮像領域21aの中心部から周辺部に向けて第2開口部12の位置がずれた状態で形成されて、いわゆる瞳距離sに応じた光Rの入射位置の補正がなされているため、カメラレンズ系40の瞳距離sが短い場合でも撮像領域2

集光できる。したがって、撮像領域21aの周辺部における感度を大幅に向上させることができるので、撮像領域21a全体の感度向上およびシェーディングの低減を図ることができる。

【0060】また、従来のようにオンチップレンズの位置を撮像領域の中心部から周辺部に向けて少しずつずらして瞳距離sに応じた補正を行わなくても、第2遮光膜9の第2開口部12の形成位置を調整することによって撮像領域21aの周辺部における感度を大幅に向上させることができる。そのため、第2遮光膜9の第2開口部12の形成の際には、オンチップレンズ16を形成する

ためのリソグラフィにおける位置合わせ（アライメント）よりも基板2に近いところで位置合わせを行うことができることになる。結果として、アライメント精度を向上でき、第2開口部12を所定の位置に一層正確に形成できるので、瞳距離sに応じたセンサ部6への光の入射位置の補正を精度良く行うことが可能となる。

【0061】さらに、第2開口部12の位置に焦点Pが設けられているため、例えばオンチップレンズ16の高さ位置が従来と同じであるとするとオンチップレンズ16から焦点Pまでの距離が短くなる。よって、瞳距離sに応じた第2開口部12のずらしの距離が少なくて済むので、CCD固体撮像素子21を形成する際のオンチップレンズ16と第2開口部12とを精度良く位置合わせすることができ、これによってもセンサ部6への光の入射位置の補正を精度良くできる効果が得られる。

【0062】なお本実施形態の撮像装置20では、瞳距離sに応じて第2開口部12の形成位置のみを調整する場合について述べたが、第2開口部12の形成位置とともにオンチップレンズ16の形成位置を調整して光Rの入射位置の補正を行ってもよいのはもちろんである。この場合、第2開口部12の略中心に焦点Pが位置するようにオンチップレンズ16の形成位置を調整する。また第2開口部12の形成位置とともにオンチップレンズ16の形成位置を調整する場合には、第2開口部12、オンチップレンズ16をそれぞれ独立にずらすことができるので、基板2の2次元平面（横（H）方向、縦（V）方向）の設計を各々独立に行える。よって、撮像領域21aの中心部、周辺部というような上記した2次元平面上での感度の向上およびシェーディングの低減を容易に

図れるとともに、設計の自由度も高いという効果が得られる。

【0063】また上記実施形態の撮像装置20ではCCD固体撮像素子21として、図1に示したCCD固体撮像素子1と同様の断面構造を有するものを用いた例を述べたが、この例に限定されない。例えば遮光膜が、第1遮光膜と第2遮光膜の2層でなく1層の遮光膜からなり、そのセンサ部直上位置にて開口した側の面である側面の上端部、下端部にそれぞれ張り出し部を設けた固体

な断面構造を有する固体撮像素子を用いてもよいのはもちろんである。

【0064】

【発明の効果】以上説明したように本発明の固体撮像素子では、センサ部の直上にて遮光膜が開口した位置でかつ遮光膜の上張り出し部の先端部と略等しい高さ位置に焦点が設けられるようにレンズが形成されているため、入射光の斜め光成分のほぼ全てを遮光膜のセンサ部直上を開口する側の面で形成された開口内に入射させることができる。また遮光膜の側面の上端部に張り出し部が設けられていることから、遮光膜の開口内に入射した斜め光成分や、センサ部の受光面への入射光のうちその受光面で反射する光成分のセンサ部への集光効率を高めることができる。したがって、斜め光成分の多いF値開放時の光や、瞳距離が短い光であっても効率良くセンサ部に集光でき、これにより感度向上を図れるので、本発明によれば良好な光学特性を維持しながら画素サイズの微細化を実現することができる。

【0065】本発明の固体撮像素子の製造方法によれば、コンタクトホールの内面を覆うようにして形成された遮光性を有する材料膜をエッチングすることによって、センサ部の直上位置を開口するため、この開口によって形成される端縁が先端部となる上張り出し部を備えた上記発明の固体撮像素子を製造することができる。またエッチングによって、上張り出し部の先端部で囲まれた状態に形成される第2遮光膜の開口部を形成するため、この開口部の大きさおよび開口部の位置を自由かつ容易に調整することができる。この結果、カメラレンズ系の瞳距離に応じて第2遮光膜の開口部の形成位置を基体の2次元平面で少しずつずらして形成することができるため、センサ部への光の入射位置を簡単に補正することができる。したがって、瞳距離が短い光源に対してシェーディングの少ないCCD固体撮像素子を製造するうえで非常に有効な方法となる。

【0066】本発明の撮像装置によれば、撮像領域における各画素の断面構造が上記発明の固体撮像素子と同様の構造を有しているため、上記発明の固体撮像素子と同様の効果を得ることができる。また、遮光膜の側面の上端部の張り出し部が、これによって形成された開口部の略中心にレンズの焦点が位置するように撮像領域の略中央からその周辺に向けて開口部の位置がずれた状態で形成されているため、撮像領域の周辺部においても光の斜め光成分の集光効率を一層向上させることができる。よって、センサ部への入射光が瞳距離の短い光であっても撮像領域の周辺部の感度を大幅に向上させることができるので、さらなる撮像領域全体の感度向上およびシェーディングの低減を図ることができる。また従来のようにレンズの位置をずらさなくても、より基体に近い遮光膜の開口部の形成位置によって上記したような瞳距離に応

19

成の際には従来のオンチップレンズの形成に比較してアライメント精度を向上できる。したがって、所望の位置に正確に開口部を形成でき、光の入射位置を精度良く補正できるので、撮像領域全体の感度向上およびシェーディングの低減を確実に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る固体撮像素子の一実施形態を示す要部断面図である。

【図2】(a)～(c)は本発明の固体撮像素子の製造方法の実施形態に係るCCD固体撮像素子の製造方法の一例を工程順に説明する図である。

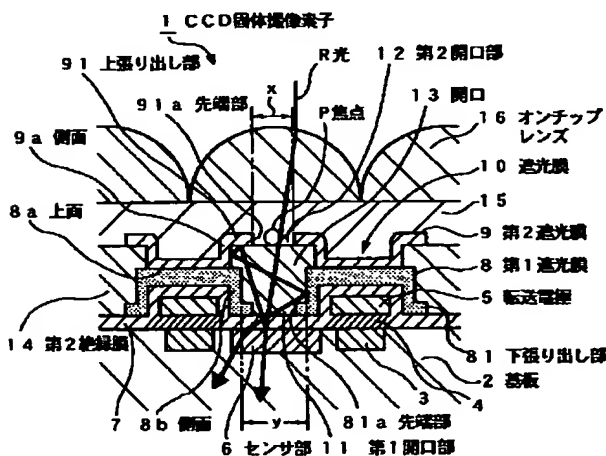
【図3】実施形態の第1変形例を示す要部断面図である。

【図4】実施形態の第2変形例を示す要部断面図である。

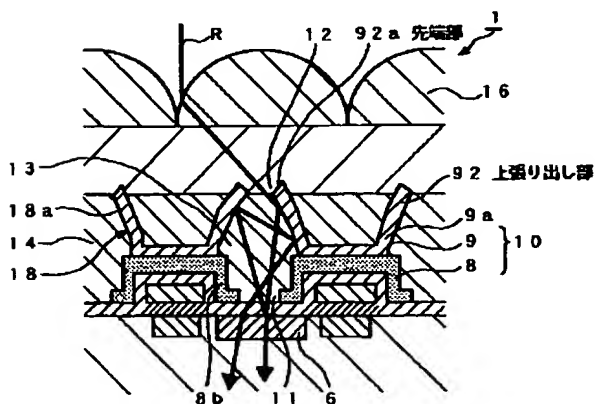
【図5】実施形態の第3変形例を示す要部断面図である。

【図6】(a)、(b)は本発明の原理を説明するための図である。

【図1】



【図3】



20

【図7】本発明に係る撮像装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図8】図7における(イ)の要部拡大断面図である。

【図9】従来のCCD固体撮像素子の一例を示す要部断面図である。

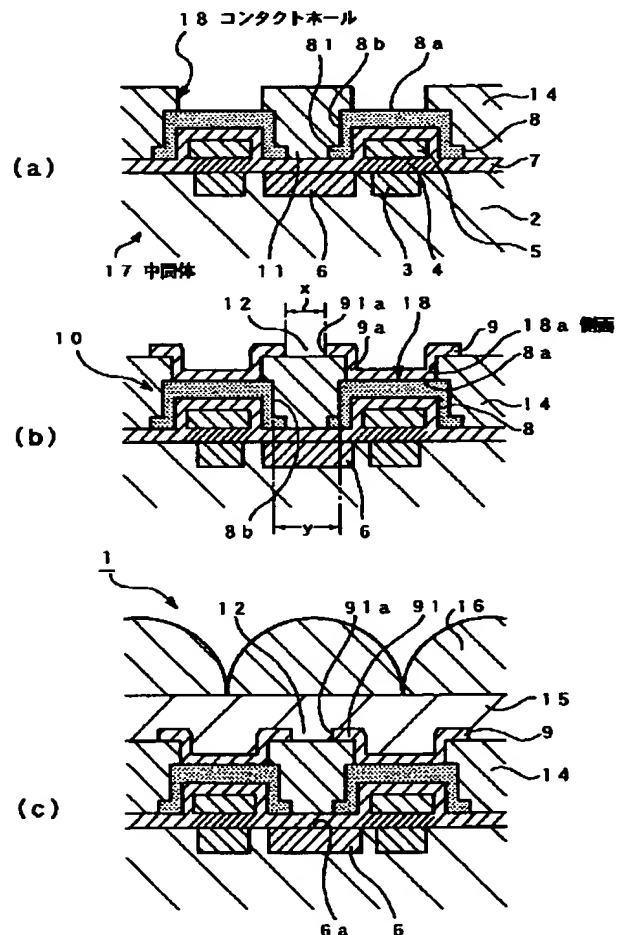
【図10】従来の撮像装置の一例を示す概略構成図である。

【図11】図10における(ロ)の要部拡大断面図である。

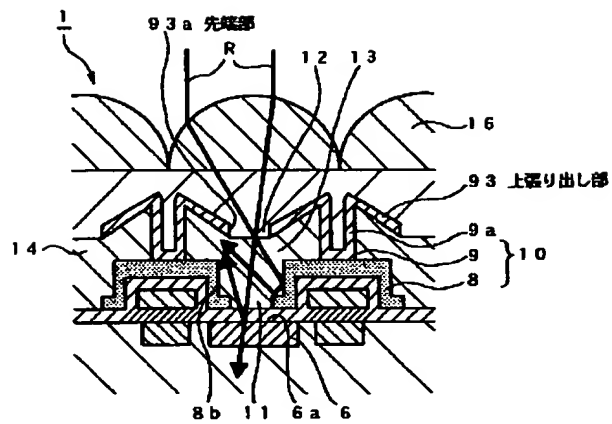
【符号の説明】

1, 21...CCD固体撮像素子、2...基板、5...転送電極、6...センサ部、8...第1遮光膜、8a...上面、8b, 9a, 18a...側面、9...第2遮光膜、10...遮光膜、11...第1開口部、12...第2開口部、13...開口、14...第2絶縁膜、16...オンチップレンズ、17...中間体、18...コンタクトホール、20...撮像装置、21a...撮像領域、40...カメラレンズ系、81...下張り出し部、81a, 91a, 92a, 93a...先端部、91, 92, 93...上張り出し部、R...光、P...焦点

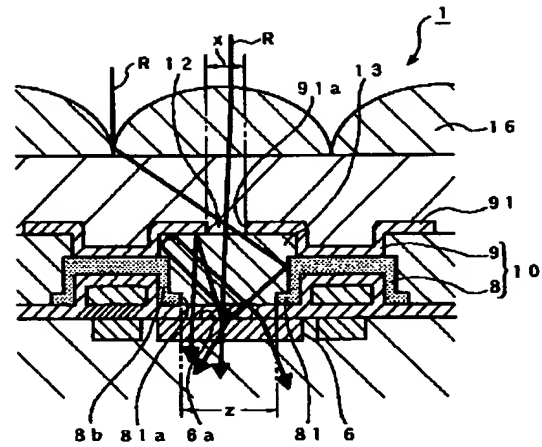
【図2】



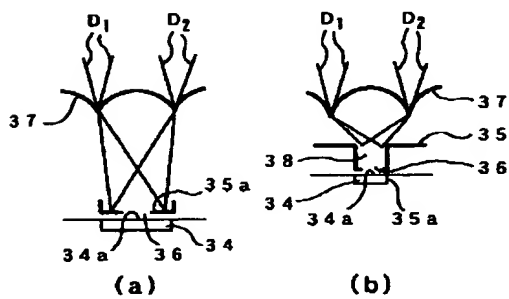
【図4】



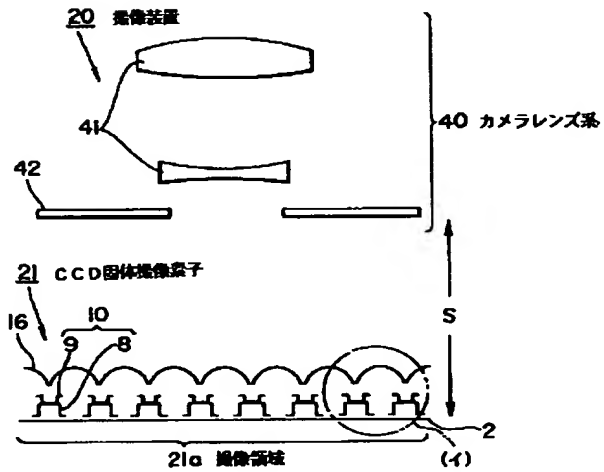
【図5】



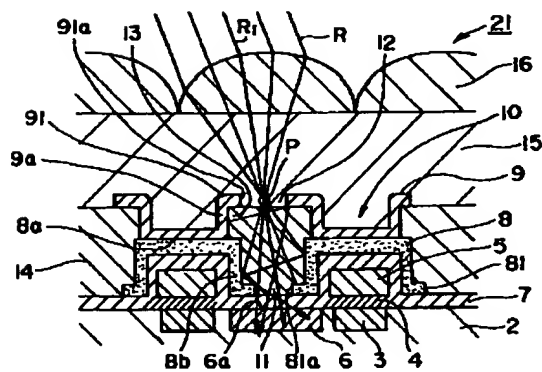
【図6】



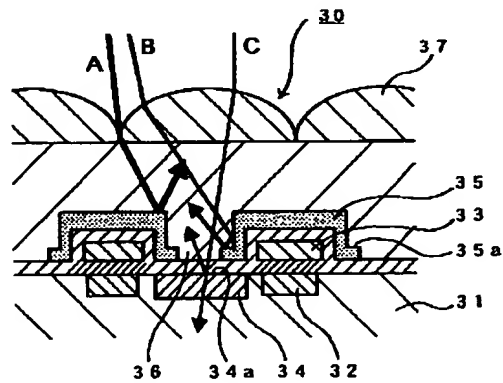
【図7】



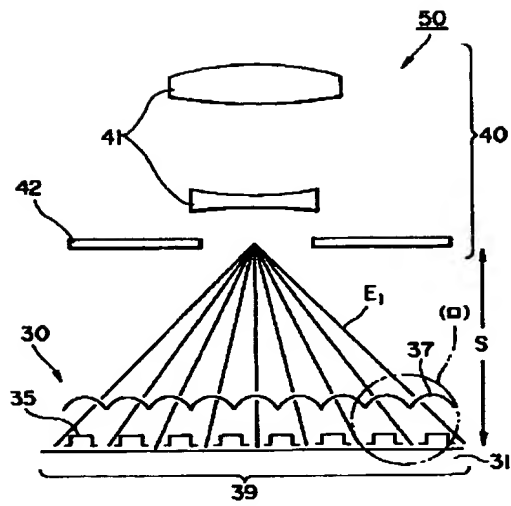
【図8】



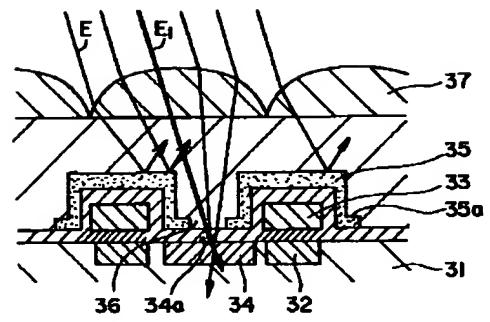
【図9】



【図10】



【図11】



. a lower end of a side 8b of the film 8, and an upper overhanging part 91 is provided at an upper end of a side 9b of the film 9. Furthermore, a focus P of the lens 12 is provided at substantially the same height position as an end 91a of a part 91 located directly above the part 6.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO